

## EMISIONES SONORAS EN MÁQUINAS DE SOLDADURA POR ULTRASONIDOS

AITOR SUAZO PÉREIRA  
INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS  
C/ TORRELACUNA, 73  
28027-MADRID

### 1. INTRODUCCIÓN

En esta comunicación, se trata de exponer un caso práctico de evaluación de la exposición de trabajadores a ultrasonidos de baja frecuencia (<100 kHz) emitidos por vía aérea, en un proceso de soldadura de plásticos.

### 2. EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN ULTRASONORA

En el caso práctico que nos ocupa, soldadura de plásticos por ultrasonidos, se han estudiado cuatro máquinas distintas con diferentes tipos de aislamientos, fundamentados en un encapsulamiento de la fuente ultrasonora, además las máquinas que disponían de estos, fueron medidas tanto con el aislamiento como sin él, con el fin de comprobar la eficacia del mismo.

Para la evaluación de la emisión ultrasonora se utiliza el nivel diario equivalente, la metodología empleada en el cálculo del mismo fue la siguiente, para cada máquina se realizaron mediciones durante varios ciclos completos de trabajo, tras contar el número de impulsos registrados y conociendo el número de impulsos diario de cada máquina, se calculó el nivel diario equivalente para cada operario en su puesto de trabajo mediante la siguiente fórmula:

$$L_{eq(k,d)} = 10 \log k + L_{eq(n,T)} - 10 \log n + 10 \log \left[ \frac{T}{28800} \right]$$

Donde:- k= número de piezas por día  
- T= tiempo de medición  
- n= número de impulsos medidos

Los equipos utilizados para realizar las mediciones fueron los siguientes:

- Sonómetro integrador modelo 2231 tipo 1 (CEI 804)
- Filtro para ultrasonidos modelo 1627

- Registrador en cinta magnética modelo 7007
  - Analizador en tiempo real modelo 2123
- Todos los equipos de la casa Brüel & Kjaer.

Para la medición el procedimiento utilizado fue el siguiente, en primer lugar se realizó una medida orientativa mediante sonómetro integrador con micrófono de 1/4" y filtro para ultrasonidos, para posteriormente grabar la señal ultrasonora a través del sonómetro integrador en el registrador de cinta magnética.

La señal grabada mediante el registrador de cinta magnética, fue posteriormente estudiada en el laboratorio con el analizador de tiempo real descomponiendo la misma en tercios de banda de octava en el campo de los ultrasonidos y sonidos muy agudos (>10 kHz).

Los resultados obtenidos para los diferentes puestos de trabajo fueron los siguientes:

Número de máquina	Nivel de presión sonora en dB en los centros de bandas de frecuencias de un tercio de octava (2012)								
	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63
1	93,9	101,8	84,4	101,9	110,6	100,5	94,5	96,8	81,5
2a	81,8	86,9	86,5	100,7	108,9	94,1	94,7	99,8	81,9
2	51,6	53,9	55,7	72,6	80,9	59,2	59,0	62,7	51,5
3a	76,4	79,8	82,9	109,2	114,8	90,2	96,4	102,4	86,4
3	55,9	58,2	55,1	78,9	84,8	64,3	63,1	68,4	53,4
4a	88,1	93,6	82,6	92,9	103,7	89,6	86,9	86,9	77,0
4	64,1	72,6	57,6	70,5	81,2	66,8	63,5	60,3	51,4

Tabla 1. Las máquinas 1,2,3 y 4 están en condiciones normales de funcionamiento, mientras que las máquinas 2a, 3a y 4a son las mismas que la 2,3 y 4 pero abiertas.

Como se observa en la tabla anterior, en condiciones normales de trabajo (máquinas 1,2,3,4) existe una gran diferencia de emisión ultrasonora entre la máquina 1 y la 2, 3 y 4, esto es debido a que mientras que en las tres últimas la soldadura en las condiciones anteriormente mencionadas solo era posible efectuarla con las máquinas totalmente cerradas, en el caso de la primera máquina esta era abierta por lo que los ultrasonidos incidían directamente sobre el operario.

Asimismo se puede ver que con un adecuado aislamiento el riesgo existente, efectos sobre el aparato auditivo, cefaleas, vértigos, fatigas anormales, etc, en el proceso de soldadura con ultrasonidos disminuyen ostensiblemente.

### 3.- LÍMITES DE EXPOSICIÓN A ULTRASONIDOS

Para la valoración de la exposición a sonidos audibles existe en nuestro país el Real Decreto 1316/89 de 27 de octubre, sobre la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante la jornada de trabajo, mientras que para la exposición a ultrasonidos emitidos por vía aérea al no existir ninguna normativa nacional se tiene que recurrir a criterios de evaluación internacionales.

Como se observa en las gráficas 2 y 3 los límites presentan una cierta concordancia, excepto en la banda de tercios de octava de 20 kHz, en ésta banda hay dos tendencias extremas, por un lado de 105 a 110 dB (USA, SUECIA, URSS) y por otro 75 dB (IRPA, AUSTRALIA).



Figura 2. Límites máximos para exposición a ultrasonidos aéreos de baja frecuencia. Criterios internacionales.

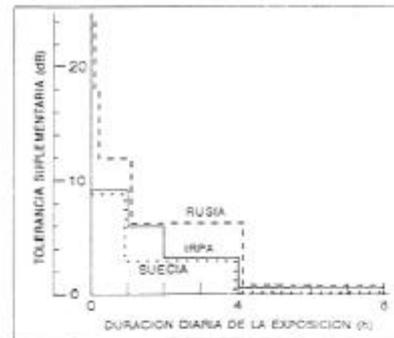


Figura 3. Tolerancias suplementarias aceptables para exposiciones no continuas a ultrasonidos aéreos de baja frecuencia.

El estado de conocimientos de la técnica y de la medicina, no permite en el día de hoy decidirse por un criterio en particular, por lo que mientras se realizan estudios que permitan clarificar ésta cuestión, DAMONGEOT y ANDRE del I.N.R.S. francés proponen un criterio de nocividad dividido en tres zonas (similar a lo que se hace en ruido):

- Una zona situada por encima de los mayores límites propuestos y en el cual, es practicamente seguro que existe peligro.
- Una zona por debajo de los menores límites propuestos y en el cual, es practicamente seguro que no existe peligro.
- Una zona intermedia entre ambas en la que se considera que existe "presunción de peligro".



Figura 4. Límites máximos recomendados para exposición a ultrasonidos aéreos de baja frecuencia. Criterio provisional. Situación 1985.

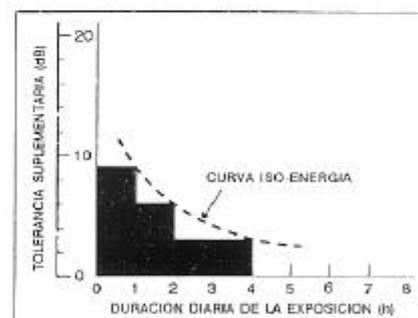


Figura 5. Tolerancias suplementarias aceptables para exposiciones no continuas a ultrasonidos aéreos de baja frecuencia. Situación 1985.

En lo concerniente a exposiciones diarias de duración menor a 8 h, la proposición del I.R.P.A. sigue en conjunto, el principio de iso-energía (igual energía acústica percibida en el curso de la jornada), pero lo hace por escalones quedándose siempre en el "lado de la seguridad" particularmente cuando limita a 9 dB la tolerancia suplementaria admisible para las exposiciones de corta duración.

En nuestro caso concreto hemos utilizado tres criterios de evaluación que son el Criterio Provisional - Situación 1985, el criterio I.R.P.A. y el criterio de la A.C.G.I.H., los

límites de exposición de estos tres criterios son los que se observan en las gráficas siguientes.

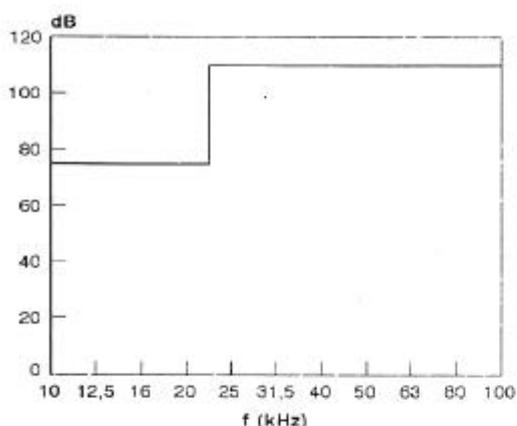


Figura 6. CRITERIO I.R.P.A.

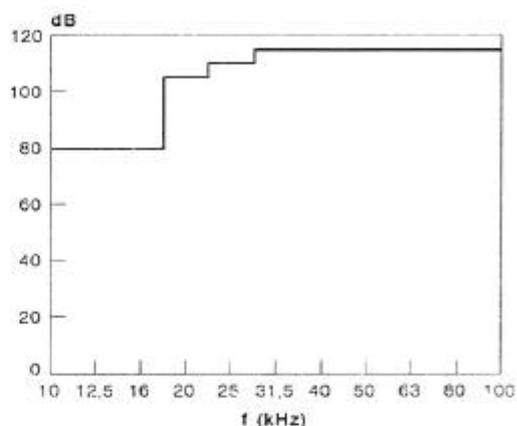


Figura 7. CRITERIO TLV'S DE LA A.C.G.I.H.

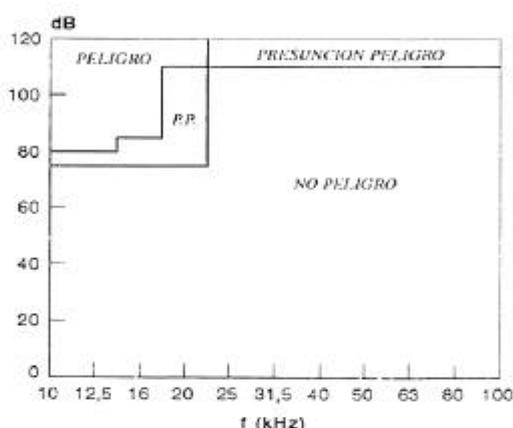


Figura 8. CRITERIO PROVISIONAL SITUACION 1985

#### 4.- CONCLUSIONES

Actualmente en España, no existe ningún tipo de legislación en cuanto a la protección de los trabajadores frente al riesgo que puede suponer su exposición a ultrasonidos transmitidos por vía aérea, por lo que sería interesante que los profesionales en esta materia siguieran investigando las relaciones causa efecto provocadas por la exposición laboral a ultrasonidos, a fin de poder unificar los criterios de evaluación.

Como se puede observar en la evaluación de las distintas máquinas de soldadura de plásticos por ultrasonidos, el encapsulamiento de la fuente productora de ultrasonidos contribuye en gran medida a disminuir la exposición a los mismos, por lo que sería recomendable que siempre que no fuera posible limitar la emisión de ultrasonidos desde la fase de diseño, se tratara de encapsular la fuente ultrasonora y si fuera imposible habría que disminuir el tiempo de exposición, con el fin de rebajar el nivel diario equivalente y con ello reducir el riesgo en la medida de lo posible.